

10/031330

537 PAGES

18 JAN 2002 (2)

Japanese Patent Laid-open Publication No. HEI 11-252863 A

Publication date : September 17, 1999

Applicant : Toyota Koki K. K.

Title : COOLING APPARATUS OF ELECTROMAGNETIC COIL AND LINEAR

5 MOTOR HAVING THIS APPARATUS

(57) [Abstract] (Amended)

[Object] To enable uniform cooling of the whole length of
a coil unit, without decreasing the magnetic power generated
10 by the electromagnetic coil unit.

[Constitution] A plurality of blocks 35 are provided
detachably in the driving direction as cooling channel
forming means, on a clamp face 32c of a laminated body 32
obtained by laminating core plates 31 of a linear motor LM,
15 with the surfaces thereof being in contact with each other.
In each block 35, there is formed a U-shaped channel 36
extending in the direction crossing the driving direction
of the linear motor LM, and a linear channel 37 is formed,
coming close to the folded portion 36r of this channel 36.
20 The plurality of blocks 35 are arranged such that the folded
portion 36r of the U-shaped channel 36 of each block 35 is
directed to a different direction alternately, in the
direction crossing the driving direction in the
supplementary relationship. The plurality of blocks 35
25 facing the same direction are connected in series by a

plurality of joints 50, to thereby form a forward passage FDP for circulating a cooling fluid from the one of the driving direction to the other, and a return passage RTP for circulating the cooling fluid from the other of the driving
5 direction to the one of the driving direction.

[0037]

Referring again to FIG. 1, the magnetic plate unit 60 consists of a plurality of magnetic plate apparatus
10 arranged in series in the driving direction. Each apparatus comprises a resin frame 63 in which a plurality of magnetic bars 62 extending in the direction crossing the driving direction are arranged and fixed on a holding plate 61 at a predetermined interval in the driving direction, and the
15 upper surface and all the sides of the magnetic bars 62 are surrounded by a synthetic resin. The unit 60 has a longer whole length in the driving direction than the coil unit 30, as a whole, so as to cover the traveling stroke of the movable body 12.

20 [0038]

The magnet cooling apparatus 70 has a pair of spacers 71 extending in the driving direction on the lower face at the opposite ends in the second direction of the holding plate 61. As shown in FIG. 7, each spacer 71 is constituted,
25 for example, by arranging a plurality of spacer elements

71a and 71b made of aluminum in the driving direction. The above-described magnetic plate apparatus is arranged on the spacer 71, lined up in the driving direction, and secured on the first member 11 by being fastened together with the
5 spacer 71 with a bolt 72. As a result, between the lower face of the holding plate 61 and the upper face of the first member 11, as shown in FIG. 1, there is formed a thermal insulation space G, which hinders heat from being transmitted from the holding plate 61 to the first member 11, and exposes
10 the lower face of the holding plate 61 to the atmosphere.
[0039]

A concentric channel 73 is formed in each element 71a and 71b, and a joint 74 for connecting the channel 73 at a portion connecting the both elements is provided. At the
15 right end portion in FIG. 7, a return pipe 74 for linking the channels 73 on the opposite sides is provided. This return pipe 74 may be removed to let the cooling fluid flow from one spacer 71 to the other, as shown in a chain line, or alternately timewise.

20

[Brief Description of the Drawings]

FIG. 1 is a sectional view showing a part of an embodiment in which the present invention is applied to a linear motor in a feed mechanism.

25

[Description of Reference Numerals]

10	Feed mechanism
11	Fixed base (first member)
12	Movable body (second member)
5 20	Guide mechanism
LM	Linear motor
30	Coil unit
33	Electromagnetic coil
31	Core plate
10 32	Laminated body
35	Block
36	U-shaped channel
37	Linear channel
50	Joint
15 34	Connecting member
48	Pressure piece (fixed member)
60	Magnetic plate unit
61	Holding plate
62	Magnetic bar
20 71	Magnet cooling apparatus
71	Spacer
73	Cooling channel
G	Space

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11252863 A**

(43) Date of publication of application: **17 . 09 . 99**

(51) Int. Cl.

H02K 9/00
H02K 41/02

(21) Application number: **10055433**

(22) Date of filing: **06 . 03 . 98**

(71) Applicant: **TOYODA MACH WORKS LTD**

(72) Inventor: **TAKEUCHI KATSUHIKO**
WAKAZONO YOSHIO
IMANISHI KOZO

(54) **COOLER FOR ELECTROMAGNETIC COIL AND
LINEAR MOTOR PROVIDED WITH THE SAME**

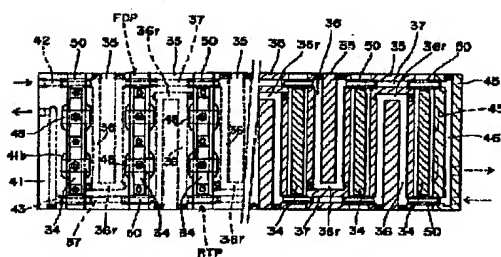
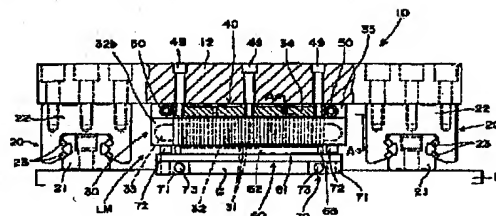
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To uniformly cool the overall length of an electromagnetic coil unit, without reducing magnetic power developed from the coil unit.

SOLUTION: A plurality of blocks 35 are installed as cooling fluid flow path forming means on the mounting face of a laminate 32, formed by laminating a core plates 31 of a linear motor LM, in the direction of driving with planar contact where the blocks are removable. A U-shaped flow path 36 extending in a direction crossing the direction of the driving of the linear motor LM is formed in each of the blocks 35, and further a straight flow path 37 is formed in proximity to the turned portion 36r of the flow path 36. The plurality of the blocks 35 are placed such that the folding portions 36r of the U-shaped flow paths 36 in the blocks 35 are alternately oriented in a direction crossing the driving direction in complementary relation. The plurality of the blocks 35 oriented in the same direction are series-connected by means of a plurality of joints 50, and thereby a forward flow path (FDP) which allows the cooling fluid to flow from one side to the other side in the driving direction and a return flow path (RTP) which allows the cooling fluid to

flow from the other side to the one side are formed.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-252863

(43)公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 2 K 9/00
41/02

識別記号

F I

H 0 2 K 9/00
41/02

Z
Z

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-55433

(22)出願日 平成10年(1998) 3月6日

(71)出願人 000003470

豊田工機株式会社

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(72)発明者 竹内 勝彦

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(72)発明者 若園 賀生

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(72)発明者 今西 耕三

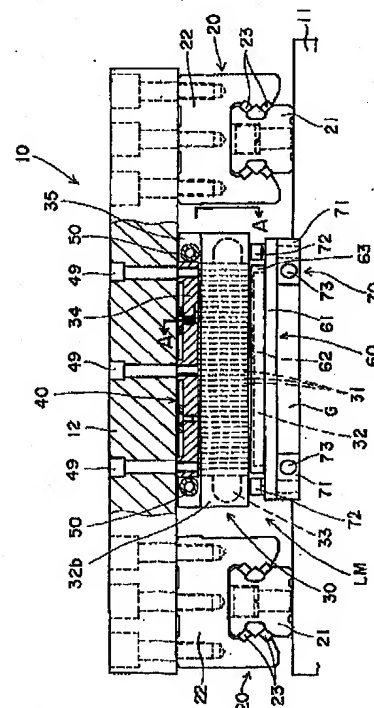
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(54)【発明の名称】 電磁コイルの冷却装置及び同装置を備えたリニアモータ

(57)【要約】 (修正有)

【課題】電磁コイルユニットが発生する磁力パワーを低下させずにコイルユニットの全長を均一に冷却できるようにする。

【解決手段】リニアモータLMのコアプレート31を積層した積層体32の取付面32c上に冷却流路形成手段としてブロック35を面接触状態で取り外し可能に駆動方向に複数個設ける。各ブロック35にはリニアモータLMの駆動方向を横切る方向に延びるU字状流路36を形成すると共にこの流路36の折り返し部36rに接近して直線流路37を形成する。各ブロック35のU字状流路36の折り返し部36rが補合的關係で駆動方向を横切る方向で交互に異なる向きとなる複数のブロック35を配置する。同一向きの複数のブロック35同士を複数のジョイント50により直列に接続することにより、駆動方向の一方から他方に冷却流体を流通させる往行流路FDPと他方から一方へ冷却流体を流通させる復行流路RTPを形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電磁コイルを巻装したコア部材に形成される略長方形の取付面に装着され冷却流体をこの取付面の一方の短辺側と他方の短辺側との間で流通させる流路形成手段を含む冷却装置において、前記流路形成手段は、前記取付面の長手方向に所定間隔で配設され一方の長辺側から他方の長辺側に横切る複数の第 1 U 字状流路と、これら第 1 U 字状流路と補合的關係で前記長手方向に所定間隔で配置され前記他方の長辺側から前記一方の長辺側に横切る複数の第 2 U 字状流路と、各第 1 U 字状流路の下流側端部を下流側で隣接する第 1 U 字状流路の上流側端部に接続し、また各第 2 U 字状流路の下流側端部を下流側で隣接する第 2 U 字状流路の上流側端部に接続する複数の接続流路とを備えることを特徴とする電磁コイルの冷却装置。

【請求項 2】 電磁コイルを巻装したコア部材に形成される略長方形の取付面に装着され冷却流体をこの取付面の一方の短辺側と他方の短辺側との間で流通させる流路形成手段を含む冷却装置において、前記流路形成手段は、前記取付面上でこの取付面の長手方向に所定間隔を有して取り付けられた複数のブロック要素を含み、これらブロック要素の各々が、前記長手方向を横切る方向に延びて形成され前記長手方向に向いた両面に一对のポートを開口する U 字状流路と、この U 字状流路の折り返し部の近辺で前記長手方向に延びて形成され前記両面に他の一对のポートを開口する直線流路とを有し、また前記流路形成手段は隣接する前記ブロック要素の相対向する面に開口する前記ポート同士を接続する複数のジョイント要素をさらに含み、各ブロック要素をその前記 U 字状流路の折り返し部が前記取付面の何れの長辺側に向くように配置した場合でも前記ジョイント要素により各ブロック要素の前記ポートを隣接するブロック要素の前記ポートと接続可能としたことを特徴とする電磁コイルの冷却装置。

【請求項 3】 駆動方向に相対移動する第 1 部材と第 2 部材の対向面にそれぞれ取り付けられる磁石板ユニット及び電磁コイルユニットを備え、この電磁コイルユニットを冷却するためこの電磁コイルユニットの取付面に冷却装置を取り付けたリニアモータにおいて、前記冷却装置は冷却流体を前記駆動方向の一方側と他方側との間で流通させる流路形成手段を備え、この流路形成手段が、前記駆動方向に所定間隔で配設され前記駆動方向を横切る横断方向の一方側から他方側側に延びる複数の第 1 U 字状流路と、これら第 1 U 字状流路と補合的關係で前記駆動方向に所定間隔で配置され前記横断方向の前記他方側から前記一方側に延びる複数の第 2 U 字状流路と、一続きの第 1 流路を形成するように前記第 1 U 字状流路同士間を接続する複数の接続流路と、一続きの第 2 流路を形成するように前記第 2 U 字状流路同士間を接続する複数の接続流路とにより構成されることを特徴とするリニ

アモータ。

【請求項 4】 駆動方向に相対移動する第 1 部材と第 2 部材の対向面にそれぞれ取り付けられる磁石板ユニット及び電磁コイルユニットを備え、この電磁コイルユニットを冷却するためこの電磁コイルユニットの取付面に冷却装置を取り付けたリニアモータにおいて、前記冷却装置は冷却流体を前記駆動方向の一方側と他方側との間で流通させる流路形成手段を備え、この流路形成手段は、前記駆動方向に所定間隔を有して前記取付面上に取り付けられた複数のブロック要素を含み、これらブロック要素の各々が、前記駆動方向を横切る横断方向に延びて形成され前記駆動方向に向いた両面に一对のポートを開口する U 字状流路と、この U 字状流路の折り返し部の近辺で前記駆動方向に延びて形成され前記両面に他の一对のポートを開口する直線流路とを有し、また前記流路形成手段は隣接する前記ブロック要素の相対向する面に開口する前記ポート同士を接続する複数のジョイント要素をさらに含み、各ブロック要素をその前記 U 字状流路の折り返し部が前記横断方向のいずれの側に向くように配置した場合でも前記ジョイント要素により各ブロック要素の前記ポートを隣接するブロック要素の前記ポートと接続可能としたことを特徴とするリニアモータ。

【請求項 5】 請求項 4 に記載のリニアモータにおいて、前記ブロック要素の各々に前記一对のポート及び前記他の一对のポートを対称的に形成し、隣接する前記複数のブロック要素をこれらの前記 U 字状流路の向きが交互に逆向きとなるように配置したことを特徴とするリニアモータ。

【請求項 6】 請求項 4 又は 5 に記載のリニアモータにおいて、前記電磁コイルユニットは、前記駆動方向に延びる多数のコアプレートの前記横断方向に積層した積層体と、前記駆動方向に所定の間隔を有して前記横断方向に巻装した複数の電磁コイルとからなり、前記横断方向に延びて前記多数のコアプレートを一体結合する複数の連結部材を前記駆動方向に所定の間隔を有して配置し、前記ブロック要素の各々を隣接する 2 つの連結部材間に配置したことを特徴とするリニアモータ。

【請求項 7】 請求項 6 に記載のリニアモータにおいて、前記連結部材に取り付けられ各連結部材の両側に配置された前記ブロック要素を取り外し可能に前記積層体上に固定する複数の固定部材をさらに有し、前記連結部材を前記第 2 部材に固着可能にしたことを特徴とするリニアモータ。

【請求項 8】 請求項 3 ～ 7 の何れかに記載のリニアモータにおいて、前記磁石板ユニットが前記横断方向の両端部で前記駆動方向に延びる一对のスペーサを介して前記第 1 部材に固着され、前記駆動方向に冷却流体を通過させる流路を前記スペーサに形成したことを特徴とするリニアモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、通電により磁力を生起しかつ発熱する電磁コイルの冷却装置に関する。好適には、本発明は、工作機械の固定ベースとスライドのような相対移動する第1部材と第2部材の一方及び他方に装着されるリニアモータの電磁コイルユニット及び磁石板ユニットの冷却装置に関する。

【0002】

【従来技術】工作機械に使用されるリニアモータは、駆動方向と直交する方向に微小隙間を有して対向する電磁コイルユニットと磁石板ユニットからなる。電磁コイルユニット及び磁石板ユニットは、前記駆動方向に互いに相対移動する固定体とこの固定体上で前記駆動方向に案内されてこの固定体上を往復動する可動体の一方及び他方に装着される。

【0003】通常、固定体上に磁石板ユニットが敷設され、電磁コイルユニットが可動体に装着される。磁石板ユニットは、固定体に固着される保持プレート上に多数の磁石バーを駆動方向に所定間隔でそれらの長手方向が駆動方向を横切るように配置してなり、電磁コイルユニットは、多数の鋼板製コアプレート駆動方向を横切る方向に積層したコアプレートの積層体と、この積層体上で駆動方向に所定間隔をおいて駆動方向を横切る方向に巻かれた複数のコイルにより構成される。

【0004】このようなリニアモータにおいて、電磁コイルユニットに通電して可動体を位置決め送りするとき、電磁コイルユニットが発熱し、この発熱は磁石板ユニットにも輻射される。この発熱は、単にリニアモータに付与される電気エネルギー損失となるだけでなく、発熱による工作機械の構成体としての固定体及び可動体の熱変形をもたらし、加工精度低下の原因となる。

【0005】そこで、従来においては、この種のリニアモータに図9及び10に示す冷却装置を付属させている。なお、これらの図の各々は、紙面と垂直方向を可動体の駆動方向とした場合におけるリニアモータの概略断面図である。各図において、100は磁石板ユニット108を上面に装着した固定体で、101はコイルユニット106を下面に装着した可動体をそれぞれ示す。

【0006】図9に示す第1の従来装置においては、複数のコイル102を巻装したコアプレートの積層体103を冷却パイプ105と共に樹脂モールド104で固めてコイルユニット106を形成する。冷却パイプ105は、樹脂モールド104中で駆動方向の両端で折り返され、図の左端の入口部から導入される冷却液をモールド104中を通過させた後右端の出口部から排出する。

【0007】図10に示す第2の従来装置は、コアプレートの積層体103を樹脂モールド104で固めてなるコイルユニット106と可動体101との間にアルミニウム製の冷却プレート107を介在させる。冷却プレート107中には、駆動方向の両端部で折り返す冷却流

体の流路105a形成される。また、米国特許第4,839,545に開示される第3の従来装置が知られている。この装置は、図11に示すように、コアプレートの積層体113は、薄い鋼板に代えて厚肉の鉄板を使用する。この鉄板の肉厚は冷却チャンネル105bを形成するための幅とされ、駆動方向の中央部の高さが異なるもの113a, 113bを交互に積層し、この積層体の上面を蓋板113cで塞ぎ、駆動方向に延びこの方向の両端で折り返す冷却チャンネル105bを形成している。

10 【0008】各図において、磁石板ユニット108は、鉄製の保持プレート109上に多数の磁石棒110を駆動方向に所定間隔で配置固定してなる。図9及び図11に示す各従来装置は磁石板ユニット108を冷却する手段を備えてないが、図10に示す従来技術は保持プレート109の下面の左右両側に駆動方向に延びる半穴を形成し、これにU字状の冷却パイプ111を嵌め込み固定している。また、図10に示す従来技術は、保持プレート109の左右両側の下面にアルミニウム製のスペーサ112を介在させている。

20 【0009】

【発明が解決しようとする課題】図9に示す第1の従来装置は、樹脂モールド104中に冷却パイプ105を挿通させているので、樹脂モールド104の断熱作用によりコアプレートの積層体103に対する冷却効果が十分に発揮されない欠点を有する。同様に、図11に示す第3の従来装置は、コアプレートの積層体中への冷却液の漏れを防止する観点から、コアプレートの積層体113として薄い鋼板を使用できず、厚肉の板材を使用するため、コイルユニット106が発生する駆動力の発生効率が低く、同一投入電力に対する駆動出力は薄肉鋼板により積層体を構成するものに比べてかなり小さいものとなる。

【0010】図10に示す第2の従来装置は、冷却流路105aを有するアルミニウム製の冷却プレート107を使用するので、可動体が大型でコイルユニット106が駆動方向に長いものとされる場合では、コイルユニット106の長手方向の一部は十分に冷却されるが他の一部では冷却されないといった冷却作用の不均一が生じる。

40 【0011】特に、上述した各従来技術は、冷却パイプ105、流路105a及びチャンネル105bの入口側である左側部と出口側となる右側部とでは冷却能力に著しい差が生じる欠点を有する。また、磁石板ユニット108に対する冷却に関し、図9及び図11に示す従来技術は何らの冷却手段を設けていない。図10の従来技術は、冷却パイプ111を保持する半円溝を形成する関係で保持プレート109の肉厚を厚くせざるを得ない。保持プレート109は可動体101の移動ストロークに対応する全長を有するので、保持プレート109の肉厚の増加は磁石板ユニット108全体の重量を著しく増加

し、特に磁石板ユニット108を装着する固定体100が図略の案内機構に案内されて図略のリニアモータにより駆動される可動要素となる場合では、固定体100の高速送り制御上で問題となる。

【0012】従って、本発明の主たる目的は、コイルユニットが発生する磁力パワーを低下せずにコイルユニットの全長を均一に冷却できるようにすることである。本発明の他の目的は、コイルユニットの駆動方向及びこれを横切る方向の全領域における流路パターンを任意かつ容易に変更できるようにすることである。本発明の付随的な目的は、磁石板ユニットの重量を増加させずに磁石板ユニットからの熱がこのユニットを装着する取付体に伝播されるのを防止することである。

【0013】

【課題を解決するための手段及び発明の効果】上記した従来装置の課題および本発明の目的は、下記のように構成される手段により解決され達成される。請求項1に係わる発明においては、電磁コイルを巻装したコア部材の取付面に流路形成手段を設ける。この流路形成手段には、取付面の一方の長辺側から他方の長辺側に横切る複数の第1 U字状流路を取付面の長手方向に所定間隔で形成し、前記他方の長辺側から前記一方の長辺側に横切る複数の第2 U字状流路を第1 U字状流路と補合的關係で長手方向に所定間隔で形成する。各第1 U字状流路の下流側端部を下流側で隣接する第1 U字状流路の上流側端部に接続し、また各第2 U字状流路の下流側端部を下流側で隣接する第2 U字状流路の上流側端部に接続する。

【0014】この構成により、請求項1の発明によれば、冷却流体をコア部材の長手方向の一方側から他方側に向けて複数の第1 U字状流路を順次通過するようにすると共に他方側から一方側に向けて複数の第2 U字状流路を順次通過するようにすることにより、電磁コイルのコア部材をその長手方向の全長に亘りかつ長手方向を横切る方向にも略均一に冷却できる効果が奏せられる。

【0015】複数の第1 U字状流路を通過した冷却流体を他方側で複数の第2 U字状流路に向かうように折り返させてもよいし、第1 U字状流路及び第2 U字状流路には別々に流体を導入するようにしてもよい。請求項2に記載の発明は、前記流路形成手段を複数のブロック要素で構成し、これらブロック要素をコア部材の取付面上でこのコア部材の長手方向に所定間隔を有して取り付け。これらブロック要素の各々には、前記長手方向に向いた両面に一対のポートを開口するU字状流路を長手方向を横切る方向に延出させて形成し、前記両面に他の一対のポートを開口する直線流路をU字状流路の折り返し部の近辺で長手方向に延出させて形成する。各ブロック要素をそのU字状流路の折り返し部が長手方向を横切る方向の一方或いは他方の何れに向くように配置した場合でも、ジョイント要素により各ブロック要素のポートを隣接するブロック要素のポートと接続可能とする。

【0016】この構成により、請求項2の発明によれば、複数のブロック要素の向き、つまりU字状流路の折り返し部が向く方向を任意に組み合わせることにより、コア部材の長手方向に沿って流される冷却流体の種々の流路パターン（例えば、図8参照）を形成でき、電磁コイルの発熱特性あるいはこれと組み合わせられる構造体の冷却特性に最適な流路パターンを選定して使用できる。

【0017】請求項3及び4に記載の発明は、上述した請求項1及び2の構成を有する冷却装置を、駆動方向に相対移動する第1部材と第2部材の対向面にそれぞれ取り付けられる磁石板ユニット及び電磁コイルユニットを備えたリニアモータの電磁コイルユニットを冷却するようにそれぞれ適用する。リニアモータの電磁コイルユニットの冷却に適用することにより、請求項3及び4に記載の発明によれば、それぞれ請求項1及び2の発明が奏する効果に加えて、このリニアモータをそれらの対向面に備える相対移動可能な第1及び第2部材の熱変形を最小にでき、これら部材が工作機械の構成部材である場合には、高い加工精度を保証する効果が奏せられる。

【0018】請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の発明において、流路形成手段を構成する複数のブロック要素の各々にU字状流路の一対のポート及び直線流路の一対のポートを対称的に形成し、複数のブロック要素をこれらのU字状流路の向きが交互に逆向きとなるように配置する。このように構成することにより、請求項5の発明によれば、リニアモータのコイルユニットをその長手方向の全長に亘りかつ長手方向を横切る方向にも略均一に冷却できる効果が奏せられる。

【0019】請求項6に記載の発明は、リニアモータの電磁コイルユニットとして、多数のコアプレートが駆動方向を横切る方向に積層される形式のものを使用する。駆動方向を横切る方向に延びる複数の連結部材を駆動方向に所定の間隔を有して配置し、多数のコアプレートを複数の連結部材により一体結合する。前記の複数のブロック要素の各々を隣接する2つの連結部材間に配置する。

【0020】請求項6の発明によれば、連結部材により多数のコアプレートを強固に一体化された積層体とすることができ、また連結部材間に冷却のための各ブロック要素を配置したので、コアプレートの積層固定構造と冷却のための複数のブロック要素の配置構造とが両立される利点が奏せられる。請求項7に記載の発明は、前記連結部材に取り付けられ複数の押え部材により、各連結部材の両側に配置されたブロック要素を取り外し可能にコアプレートの積層体上に固定するようにし、連結部材を第2部材に固着可能とする。

【0021】請求項7の発明によれば、連結部材を多数のコアプレートの積層固定手段、ブロック要素の固定手段として機能させることに加えて、例えば工作機械の構造体である第2部材への固定手段として兼用でき、冷却

装置を備えるリニアモータのコイルユニットを前記構造体に強固に取付けできる実用上の利点が奏せられる。請求項8に記載の発明は、リニアモータの磁石板ユニットを駆動方向を横切る方向の両端部で駆動方向に延びる一対のスペーサを介して構造体に取り付けるようにし、これらスペーサ内に駆動方向に冷却流体を通過させる流路を形成する。

【0022】請求項8に記載の発明によれば、磁石板ユニットと構造体との間に空間を形成するスペーサ自体に冷却流体の流路を設けてスペーサを冷却するようにしたので、磁石板ユニットの保持プレートの肉厚を増す必要がなく、磁石板ユニットの重量増加が回避され、同時に磁石板ユニットからの構造体への輻射による熱伝達及びスペーサから構造体への伝導による熱伝達を排除できる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明による冷却装置を備えたリニアモータ及びこのリニアモータを使用する送り機構の一部断面図で、この送り機構10は、第1部材11と、この第1部材11上で一対のガイド機構20により紙面と垂直な第1方向に駆動される第2部材12と、この第2部材12を第1方向に往復駆動するリニアモータLMと、リニアモータLMのコイルユニット30を冷却するコイル冷却装置40と、さらにリニアモータLMの磁石板ユニット60を冷却する磁石冷却装置70とにより構成される。

【0024】好適には、第1部材11は工作機械のベースで、第2部材12はベース上で移動可能な工具台又はワークテーブルとして構成される。別の形態では、第1部材は工作機械のベース上で図の左右方向である第2方向に移動される中間スライドとして構成される。一対のガイド機構20は、リニアモータLMを中心として前記第2方向の両側に配置され、前記第1方向に延びるように前記第1部材11上に固定された一対のレール21と、これらレール21にガイドされ第2部材の下面4隅に固着されたベアリングブロック22からなる。各ベアリングブロック22は、対応するガイドレール21上を転動する多数のコロ23を移動方向に循環可能に保持している。各ガイドレール21の左右両側面に形成されたV字溝にコロ23を転動させることにより、各ベアリングブロック22は、上下方向及び左右方向には不動で前記第1方向である前後方向のみ移動可能にガイドレール21に案内されている。

【0025】リニアモータLMのコイルユニット30は、多数の鋼板製のコアプレート31を第2方向に積層した積層体32を有する。図1のA-A矢視断面である図2に示すように、積層体32は第1方向に長い櫛状をなし、多数の櫛刃部32aが第1方向に所定間隔で形成され、各櫛刃部32の前後面及び左右面を包囲するよ

うにコイル33が巻装されている。

【0026】複数の前記コイル33を巻装するコイルユニット30は、上下面を除く4面が合成樹脂で固化された樹脂枠32bで包囲され、この樹脂枠34は第1方向に長く丈の低い直方体形状を呈している。積層体32の上面は、第1方向に長い略長方形の取付面32cとして形成され、この取付面32c上に第1方向に所定間隔を空けて断面矩形の複数の連結部材34が第2方向に横断して配置されている。各連結部材34は、鋼製のもので、多数のコアプレート31と例えば溶接により固着されてこれらコアプレート31を一体化している。

【0027】積層体32の取付面32c上でかつ前記連結部材34の間には、樹脂枠32bの左右方向幅と等しい長手方向の全長を持つ略直方体状のブロック35がその下面を積層体32の取付面32cに面接触させた状態で配置されている。隣接する連結部材34間に配置される各ブロック35は同一構成のもので、図3及び図4に示すように、一方の短辺側から他方の短辺側に向けて長辺方向に延びるU字状流路36が形成され、他方の短辺側にはこの短辺に沿って直線流路37が形成されている。

【0028】U字状通路36の折返し部36rは直線流路37に接近する位置まで至り、開放部36fは一方の短辺側でブロック35の長辺側両端面35aに開口する一対のポート36aに連通している。直線流路37は他方の短辺側で長辺側端面35aに開口する他の一対のポート37aに連通している。ブロック35の上面には、後述する押え片の両端が当接する4つの半楕円溝35bが両長辺側に形成されている。ポート36aとポート37aはブロック35の長手方向の中央部に関して対称配置され、4つの半楕円溝35bも同様に対称配置されている。

【0029】ここで、流路36の形状を定義する「U字状」とは、英文字のUを意味するが、ポート36aの一方から導入され他方から送出される流体の熱を折返し部36rにおいて他方の短辺側にも伝導し、ブロック全体の温度を平均化すると共に直線流路37を通過する流体が冷却する他方の短辺側の温度を一方の短辺側の温度と平均化するような目的を持つ。例えば、英文字のV、W、M等の形状もこの目的に合致し、本実施の態様の説明では、「U字状」なる定義はこのような類似形状も包含する意味で使用される。

【0030】図5は、前記ブロック35を積層体32上に取り付けた状態で一部を破断して示す平面図で、隣接する2つの連結部材34間に1つのブロック35が配置されている。駆動方向の一方側には給排ブロック41が、他方側には戻しブロック45が配置されている。各ブロック35は、両長辺側の4つの半楕円溝35bにおいて、両側にある連結部材34に皿ネジにより固定された押え片48の端部により下方に押圧され、その下面が

積層体32の取付面32cと面接触し、両者間で熱交換作用が行われるようにしている。

【0031】同様に、給排ブロック41及び戻しブロック45は、一方の長辺側に形成された2つの半楕円溝41b, 45bで隣接する連結部材34にネジ止めされた押え片48の端部により下方に押圧されている。押え片48を緩めることにより各ブロック35を取り外し、そのU字状流路36の折返し部36rを図5の上方または下方に選択的に向けるように向きを変更できる。

【0032】給排ブロック41は、ブロック35のポート36a, 37aとそれぞれ整列する穴ピッチの供給路42及び排出路43が一方及び他方の短辺側に形成され、戻しブロック45には両端がブロック35のポート36a, 37aとそれぞれ整列する穴ピッチのU字状の戻し路46が形成されている。図5に示す配置例では、ブロック35は、U字状流路36の折返し部36rを交互に下方及び上方に向けるように配置されている。このような配置は、各ブロック35の一方の短辺側の一对のポート36aと他方の短辺側の他の一对のポート37aとを各ブロック35の長手方向（長辺方向）の中央部を

中心とする対称位置に形成しているため、実現される。

【0033】各ブロック間の流路接続は、図6に示すジョイント50を複数個使用して行われる。このジョイント50は、直線流路51が軸中心を貫通し、外周両端部がOリング52を備える勘合部として形成されている。具体的には、給排ブロック41の供給路42及び排出路43には、ジョイント50の一端が挿入され、これらのジョイント50の他端は左側のブロック35のポート36a及びポート37aに挿入されている。ブロック35とジョイント50は、本発明における流路形成手段を構成している。

【0034】各連結部材34を間に置く2つのブロック35同士の流路接続は、これらの整列関係にあるポート同士にジョイント50の両端を挿入してなされる。さらに、図5の右端側のブロック35と戻しブロック45との流路接続は、右端の一对のポートと戻しブロック35のU字状戻し路46の両端にジョイント50を挿入してなされる。

【0035】これにより、図5の配置例では、供給路42から戻し路46へ至る往行流路FDPと戻し路46から排出路43に至る復行流路RTPとは、一方の流路が他方の流路と異なる長手方向位置で相手側の流路に接近する補合的な関係をなしている。なお、戻しブロック45に代えて給排ブロック42と同様な給排ブロックを設け、図5の左側から往行流路FDP導入する冷却液を右側から排出し、同時に右側から復行流路RTP導入する冷却液を左側から排出してもよい。

【0036】複数の連結部材34は、例えば溶接により積層体32を構成する多数のコアプレートと一体結合すると共に、押し片48によりブロック35, 41, 45

を積層体上32上に一体結合している。これら連結部材34は、長手方向の3個所にネジ穴が形成され、このネジ穴にねじ込まれるボルト49（図1参照）により可動体12の下面に強固に固着され、これによりコイルユニット30及びコイル冷却装置40を可動体12に装着する手段としても機能している。

【0037】再び図1を参照すると、磁石板ユニット60は、駆動方向に直列に配置した複数の磁石板装置からなる。各装置は、駆動方向を横切る方向に延びる多数の磁石バー62を駆動方向に所定の間隔で保持プレート61上に配置固定し、磁石バー62の上面及び全側面を合成樹脂で包囲した樹脂枠63を備えてなる。ユニット60は、全体として、可動体12の移動ストロークをカバーするようにコイルユニット30に比べて駆動方向に長い全長を有する。

【0038】磁石冷却装置70は、保持プレート61の第2方向における両端下面で駆動方向に延びる一对のスペーサ71を有する。図7に示すように、各スペーサ71は、例えばアルミニウム製の複数のスペーサ要素71a, 71bを駆動方向に整列して構成される。前述した磁石板装置は、スペーサ71上で駆動方向に整列して配置され、ボルト72によりスペーサ71と共に第1部材11上に友締めされて固定される。これにより、各保持プレート61の下面と第1部材11の上面との間には、図1に示すように保持プレート61から第1部材11への熱の伝達を阻止しかつ保持プレート61の下面を大気中に露出させる断熱空間Gが形成される。

【0039】各要素71a, 71bには、同心の流路73が形成され、両者の接続部において流路73を接続するジョイント74が設けられる。図7の右端部には、両側の流路73を連絡する戻し管74が設けられる。この戻し管74を除去し、鎖線で示すように各スペーサ71の一方から他方へ或いは時間的に交互に冷却流体を流すようにしてもよい。

【0040】次に、上記のように構成される実施の形態の動作を説明する。図略の数値制御装置の制御下にあるリニアモータ駆動回路からの指令によりコイルユニット30のコイル33が通電されるとき、図1において上下方向に磁力が生起され、コイルユニット30と磁石板ユニット60との間に吸引力が生じる。駆動方向に配列された複数のコイル33に付与する電力の通電位相が前記駆動回路により変えられるとき、コイルユニット30に駆動方向の推力が生起され、可動体12がレール21上を走行する。

【0041】このように複数のコイル33への通電制御が行われる場合、コイル33を保持するコアプレート31の積層体32が発熱する。コイル冷却装置40は、図略の冷却流体供給手段から図5の左端にある給排ブロック41の供給路42へ供給される冷却流体を複数のブロック35を順次通過させて右端にある戻しブロック45

へ導き、この戻しブロック45から再び複数のブロック35を順次通過させて給排ブロック41へ戻し、この給排ブロック41の排出路43から図略の冷却流体供給手段へ還流する。

【0042】この場合、冷却流体は、往行流路FDPを流れる過程で主に図5の左から1番目、3番目、5番目・・・のように奇数番目のブロック35から熱を吸収して徐々に温度上昇し、復行流路RTPを流れる過程で主に図5の右から1番目、3番目、5番目・・・のように奇数番目（左側からの序数では偶数番目）のブロック35から熱を吸収してさらに温度上昇する。

【0043】従って、これらブロック35と面接触するコイルユニット30の積層体32は、駆動方向（図5の左右方向）の両端部と中央部が略均等に冷却され、積層体32の長手方向の各部位間の冷却アンバランスが排除される。この駆動方向の熱対称性を得るために、好適には、ブロック35の配置数は偶数個とされる。さらに、図5の左側から奇数番号のブロック35の各々は、往行流路FDPの一部を形成するU字状流路36の折返し部36rが復行流路RTPの一部を形成する直線流路37の近辺まで張り出しているため、これらブロック35全体が均一に冷却され、またブロック自身の長手方向における熱アンバランスも減少される。このような各ブロックにおける熱交換作用は、偶数番目のブロック35についても同様である。

【0044】コイルユニット30が発生する熱は、上述のようにしてコイルユニット30の駆動方向の全長及びこの駆動方向を横切る左右方向の部位において略均一に吸収され、この結果可動体12が駆動方向の一部において局部的に熱変形することが確実に排除される。この利点は、可動体12が工作機械の主軸ヘッドまたはワークテーブルとして適用される場合では、精密な送り精度を保証すると共に高い加工精度を保証する実用上の効果をもたらす。

【0045】コイルユニット30への通電は、磁石板ユニット60を発熱させるように作用する。スベリ71の流路73へも冷却流体が流通され、この冷却流体は磁石板ユニット60から熱を吸収して第1部材11の熱変形を防止する。特に、保持プレート61の下面と第1部材11との間にギャップGが設けられているので、保持プレート61から第1部材11への熱伝導が排除され、保持プレート61の空気冷却効果も確保される。

【0046】図8は、上述したブロック35の向きを任意に組み合わせることにより構成される各種の冷却流体の流路パターンを示す。図8(A)は、図5のようにブロック35を交互に向きを逆方向として配置した場合のパターンである。図8(B)は、全てのブロック35のU字状流路36をジョイント50によりシリーズに接続して往行流路FDPを構成し、全てのブロック35の直線流路37をジョイント50によりシリーズに接続して

復行流路RTPを構成した場合のパターンで、可動体12が駆動方向を横切る方向に非熱対称特性を持つ場合に適用される。

【0047】図8(C)は冷却流体により駆動方向の中央部を最初に冷却するように中央部の冷却効果を両端部に比べて高めた場合のパターンで、図8(D)は駆動方向の後半部を先に冷却して前半部と後半部で冷却効果に差を持たせる場合のパターンを示す。これらの流路パターンを構成するブロック35の配置は、可動体12の中央部が両端部に比して放熱効果が悪い場合や、可動体12が駆動方向の前半部と後半部とで放熱効果に非対称特性を有する場合に適用される。

【0048】本発明の特徴の1つは、押え片48を緩めてブロック35の向きを任意に変えることにより各種の冷却流体の流路パターンを容易に構成できる点にある。本発明は、上記の実施の形態の説明における随所で記述した変形例の下でも実施できるが、これ以外にも特許請求の範囲の欄における請求項に記載される本発明の精神を逸脱しない範囲内で下記の変更が可能である。

【0049】(1) 図5に示す往行流路FDPと復行流路RTPを補合関係にする冷却流体の流路は、ブロック35、41、45を使用せずに、半割直方体の合わせ面に形成するようにしてもよい。

(2) 実施の形態はリニアモータに適用した例を示すが、本発明による冷却装置は通電時に発熱する電磁コイルを備える各種の装置、例えば電磁マグネットチャック装置の冷却装置にも適用できる。

【0050】(3) ブロック35の各々は、縦と横の長さが異なる直方体状の形状のものとして例示したが、縦横の長さが等しい形状のものでもよく、さらには立方体形状でもよい。また、これらの形状は、幾何学上で定義する厳密な意味での形状である必要はなく、それらに準ずる形状であってもよい。

(4) ガイド機構20は、スベリ機構、静圧軸受機構、半浮上式機構等の各種の案内機構を使用できる。

【0051】(5) リニアモータLMのコイルユニット30は、実施の形態で例示した構成のもの以外のものも適用できる。この場合、コイルユニット30が1つの平坦面を有するものであれば、この平坦面に本発明による冷却装置を取付けして本発明を実施できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を送り機構のリニアモータに適用した実施の形態の一部断面図。

【図2】図1のA-A矢視断面側面図。

【図3】前記冷却装置の一部を構成するブロックの上面図。

【図4】前記ブロックの側面図。

【図5】前記冷却装置の一部を破断して示す上面図。

【図6】前記冷却装置の一部を構成するジョイントの平面図。

【図 7】リニアモータの磁石板ユニットの冷却装置を構成するスペーサの平面図。

【図 8 (A) ~ (D)】前記ブロックを組み合わせて形成される冷却流体の各種流路パターンを説明するチャート。

【図 9】従来のリニアモータ冷却装置を示す図。

【図 10】別の従来のリニアモータ冷却装置を示す図。

【図 11】さらに別の従来のリニアモータ冷却装置を示す図。

【符号の説明】

10・・・送り機構

11・・・固定ベース (第 1 部材)

12・・・可動体 (第 2 部材)

20・・・ガイド機構

LM・・・リニアモータ

30・・・コイルユニット

* 33・・・電磁コイル

31・・・コアプレート

32・・・積層体

35・・・ブロック

36・・・U字状流路

37・・・直線流路

50・・・ジョイント

34・・・連結部材

48・・・押え片 (固定部材)

10 60・・・磁石板ユニット

61・・・保持プレート

62・・・磁石バー

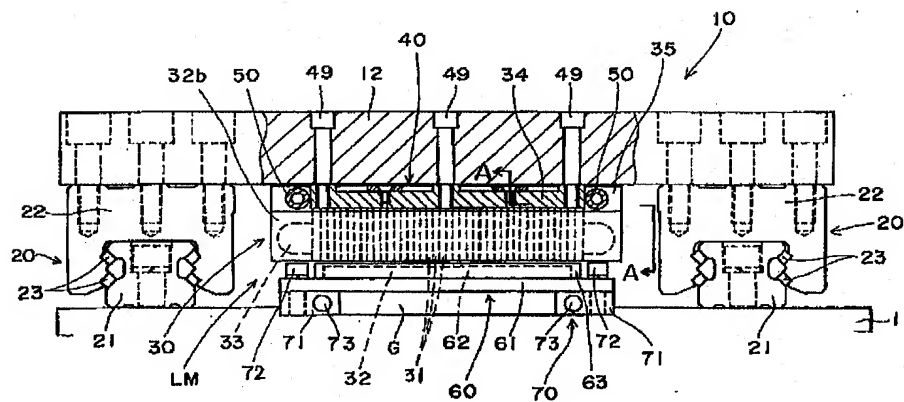
71・・・磁石冷却装置

71・・・スペーサ

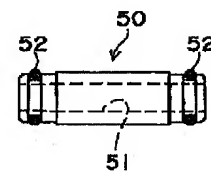
73・・・冷却流路

* G・・・空間

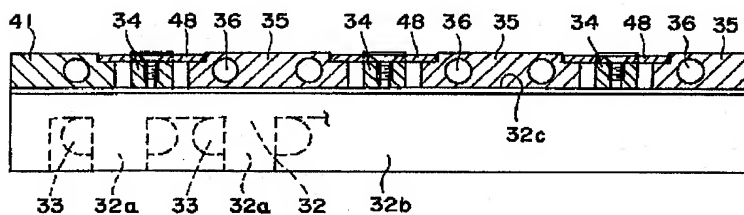
【図 1】



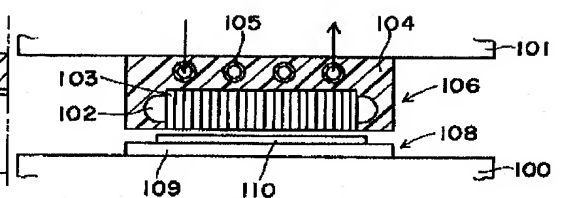
【図 6】



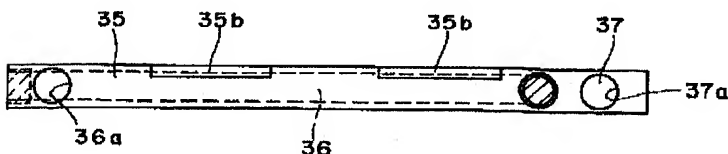
【図 2】



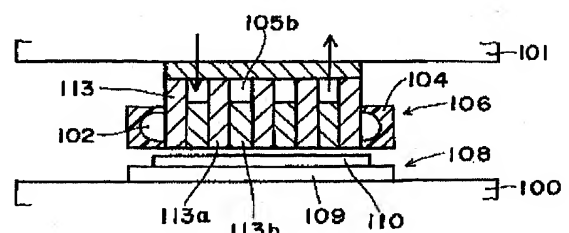
【図 9】



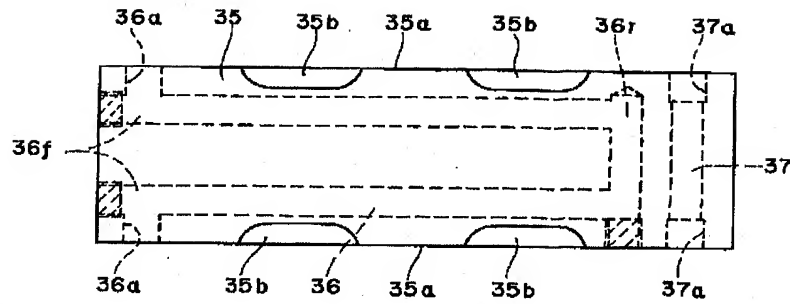
【図 4】



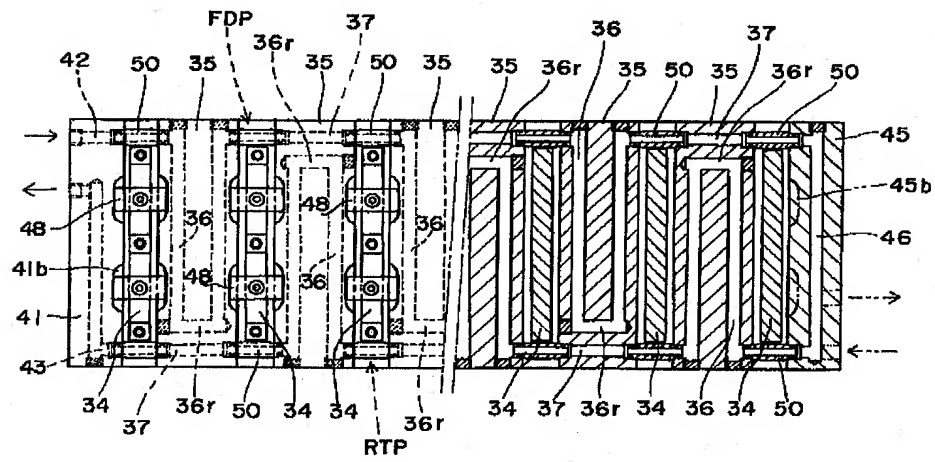
【図 11】



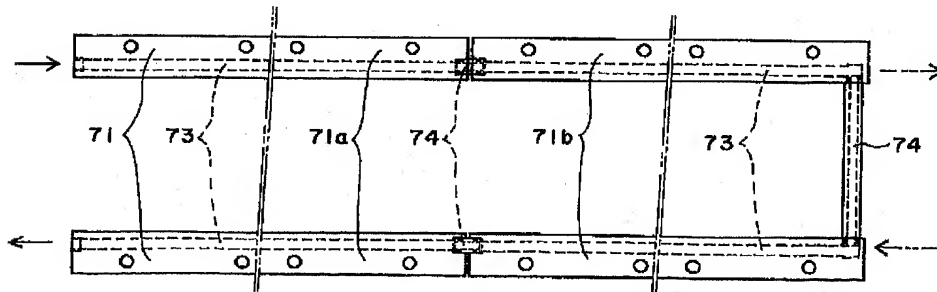
【図 3】



【図 5】



【図 7】



【図 10】

